

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of )  
)  
Mikael LUNDBLAD ) Group Art Unit: 3723  
)  
Application No.: 10/006,713 ) Examiner: Unassigned  
)  
Filed: December 10, 2001 )  
)  
For: METAL CUTTING APPARATUS AND )  
) METHOD FOR DAMPING FEED-BACK )  
) VIBRATIONS GENERATED THEREBY )



**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

Swedish Patent Application No. 0004540-1

Filed: December 8, 2000

In support of this claim, enclosed is a certified copy of said prior foreign application. Said prior foreign application was referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

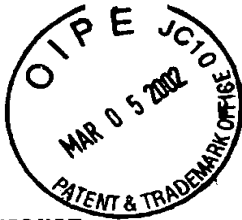
Date: *March 5, 2002*

By: *Ronald L. Grudziecki*  
\_\_\_\_\_  
Ronald L. Grudziecki  
Registration No. 24,970

P.O. Box 1404  
Alexandria, Virginia 22313-1404  
(703) 836-6620

# PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET  
Patentavdelningen



## Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) Sökande Sandvik AB, Sandviken SE  
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0004540-1  
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2000-12-08  
Date of filing

Stockholm, 2001-12-05

För Patent- och registreringsverket  
For the Patent- and Registration Office

*Kerstin Gerdén*  
Kerstin Gerdén

Avgift  
Fee 170:-

PATENT- OCH  
REGISTRERINGSVERKET  
SWEDEN

Postadress/Adress  
Box 5055  
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone  
+46 8 782 25 00  
Vx 08-782 25 00

Telex  
17978  
PATOREG S

Telefax  
+46 8 666 02 86  
08-666 02 86

Förfarande och anordning för vibrationsdämpning av mekaniska strukturer

## TEKNISKT OMRÅDE

- 5 Föreliggande uppfinning avser ett förfarande för att medelst ett styrorgan styra en dämpningskraft hos ett vibrationsdämpande organ avsett att anordnas vid en metallisk mekanisk struktur och att dämpa återkopplade vibrationer i denna, inkluderande
- avkänna den mekaniska strukturens svängningsrörelse medelst sensororgan associerat med nämnda styrorgan,
- 10 - identifiera svängningsrörelsens frekvens, amplitud och fasläge medelst styrorganet
- medelst styrorganet påverka nämnda vibrationsdämpande organ, så att den avger en mekanisk dämpningskraft med väsentligen samma frekvens som den mekaniska strukturens svängningsrörelse.
- 15 Den hänför sig även till en dylik vibrationsdämpare och en dylik mekanisk struktur.

## BAKGRUND

- 20 Dämpning av svängningar i verktyg för spånavskiljande bearbetning har tidigare skett genom rent mekanisk dämpning, varvid skaftet utformas med en hållighet i vilken appliceras en motsvängande massa av exempelvis tung metall. Massans tyngd och placering avställs härvid för att åstadkomma dämpning av svängningar inom ett visst frekvensområde. Hålligheten fylls därefter med en viskös vätska, t ex olja, och pluggas. Emellertid fungerar denna teknik hjälpligt endast i de fall då skaftets överhäng från en fästianordning är ca 4-10 ggr längre än dess diameter. Förutom denna begränsning uppvisar den rent mekaniska dämpningen en uppenbar nackdel så tillvida att det frekvensområde inom vilket dämpningen verkar är mycket begränsat. En ytterligare olägenhet utgörs av den hållfasthetsmässiga försvagning som den i skaftet utformade hålligheten medför.

Inom helt andra teknikområden har påbörjats en utveckling av effektivare, adaptiva dämpningstekniker med utnyttjande av bl. a. piezoelement. Ett piezoelement består av ett material, oftast av keramisk typ, vilket vid kompression eller töjning i en viss riktning - polarisationsriktningen - genererar ett elektriskt fält i denna riktning. Piezoelementet har vanligtvis formen av en rektangulär platta med en polarisationsriktning som är parallell med plattans storaxel. Genom att ansluta piezoelementet till en elektrisk krets, innefattande en kontrollmodul, och komprimera eller töja piezoelementet i polarisationsriktningen kommer en elektrisk ström att alstras och flyta i kretsen, varvid i kontrollmodulen ingående elektriskt resistiva komponenter utvecklar värme enligt känd fysik. Härvid omvandlas vibrationsenergi till termisk energi, varigenom en passivt dämpande, men ej utsläckande effekt på vibrationerna erhålls. Genom att utforma kontrollmodulen med en lämplig kombination av resistiva och reaktiva komponenter, s.k. shunt, kan till yttermera visso utvalda frekvenser fås att dämpas särskilt effektivt. Sådana frekvenser är med fördel de s.k. egenfrekvenserna för det utsatta föremålets egenmoder, vilka är de som företrädesvis exciteras.

Omvänt kan ett piezoelement komprimeras eller töjas genom att en elektrisk spänning läggs över piezoelementet, varvid detta kan nyttjas såsom ett styr- eller manöverdon (aktuator). Detta kan därvid utnyttjas för aktiv vibrationsbekämpning genom att polariteten hos den pålagda elektriska spänningen väljs på ett sådant sätt att manöverdonets mekaniska spänning verkar i motsatt riktning, såsom en yttre, mekanisk spänning, varvid uppkomst av vibrationer undertrycks genom att annan rörelseenergi, exempelvis rotationsenergi, förhindras att omvandlas till vibrationsenergi. Synkroniseringen av den pålagda elektriska spänningen med avseende på den yttre mekaniska spänning vars effekt skall motverkas, sker därvid genom att en feedback-signal från en deformationskänslig sensor tillförs ett kontrollmedel i form av en logisk styrkrets, t ex en programmerbar mikroprocessor, vari signalen bearbetas för att styra den över manöverdonet pålagda elektriska spänningen. Styrningsfunktionen, dvs förhållandet mellan ingående signal från sensorn och utgående spänning, kan

därvid göras mycket komplex. Exempelvis är ett självlärande system för anpassning till varierande förhållanden tänkbart. Sensorn kan utgöras av ett separat, deformationskänsligt don, t ex ett andra piezoelement, eller vara gemensam med manöverdonet.

5

Exempel på realiserade tillämpningar och aktuella utvecklingsområden för utnyttjande av piezoelement i vibrationsdämpande syfte, beskrivs i Mechanical Engineering, Nov 1995, s 76-81. Sålunda har skidor för alpin åkning (K2 Four ski, K2 Corp., USA) utrustats med piezoelement i syfte att undertrycka oönskade vibrationer, vilka minskar kontakten mot underlaget och därmed reducerar åkarens möjlighet till stabil och kontrollerad åkning. Vidare omnämns applikationer som ökad vingstabilitet hos flygplan, förbättrad komfort i motorfordon, undertryckning av vibrationer i helikopters rotorblad och -axel, vibrationskontroll av bearbetningsplattformar för flexibel tillverkning, och ökad träffprecision hos militära vapen. I faktablad från Active Control eXperts (ACX) Inc., USA (tillverkare av piezoelement) omnämns även vibrationskontroll av "snowboards".

10

15

Ett förfarande av det inledningsvis beskrivna slaget, liksom en dylik vibrationsdämpare, resp en dylik mekanisk struktur är känd genom SE-A-9900441-8.

20

Denna typ av vibrationsdämpare är ej lämpade för kraftinducerade vibrationer, utan endast för regenerativa, dvs återkopplade vibrationer, vilka t.ex. uppkommer i ett verktyg vid mekanisk bearbetning då en liten störning ger en mekanisk återkoppling i verktyget. En sådan mekanisk återkoppling kan orsaka en tilltagande svängningsrörelse och därmed en ej önskad ojämn yta hos det bearbetade ämnet och förkortad verktygslivslängd.

25

I SE-A-9900441-8 anges ej explicit hur dämpningskraften skall anläggas på den mekaniska strukturen. Det hittills kända sättet att släcka ut en svängningsrörelse har dock varit att ge en motkraft i fas med svängningsrörelsen. Detta förfaringssätt fun-

30

gerar bra så länge det handlar om låga frekvenser. Vid högre frekvenser, dvs från ca 500 Hz, är det svårt att applicera en motkraft utan fasfel. Om fasfel uppstår, riskerar man att svängningsrörelsen och dämpningskraften hamnar i obalans och därmed delvis förstärker varandra, vilket i sin tur kan leda till att svängningsrörelsen ej  
5 släcks ut i önskad grad. En förutsättning för att en sådan vibrationsdämpning skall fungera är således att den motriktade kraften med stor noggrannhet är i fas med svängningsrörelsen.

Andra piezoelektriska dämpare finns beskrivna i SE-A-9803605-6,  
10 SE-A-9803606-4, SE-A-9803607-2, US-A-4 849 668, DE-A-199 25 193,  
EP-A-0 196 502, US-A-5 485 053 och JP-A-63180401.

Vid spånavskiljande bearbetning, såsom svarvning eller borrar, uppstår ej sällan problem med vibrationer, särskilt i de fall vid vilka skaftets eller verktygets längd  
15 utanför fästansordningen - så kallat överhäng - är åtminstone 3 ggr större än dess diameter. En typ av vibration är böjsvängning, varvid skftet buktas fram och tillbaka och underkastas böjdeformationer. Detta fenomen utgör ett vanligt problem exempelvis vid svarvning, speciellt invändig svarvning, där skftet i form av en svarvbom måste vara långt för att nå fram till området i arbetsstycket som skall bearbetas,  
20 samtidigt som bommens diameter är begränsad av dimensionen hos det hål i vilket bearbetning sker. Vid sådana borrar-, svarvnings- och fräsningsoperationer, där avståndet till arbetsstycket är stort används förlängare, vilket ofta orsakar böjsvängningar som leder icke blott till försämrade måttnoggrannhet och ojämnheter i arbetsstycket, utan även till minskad livslängd hos verktyget och dennas skär eller bearbetningsselement.  
25

#### SAMMANFATTNING AV UPPFINNINGEN

Ändamålet med föreliggande uppfinning är förbättra styrningen av ett vibrationsdämpande organet för mekaniska strukturer med regenerativ svängningsrörelse.  
30

Detta har uppnåtts genom ett förfarande resp en vibrationsdämpare enligt det inledningsvis beskrivna slaget, varvid styrorganet är inrättat att generera en dämpningskraft. Detta innebär att dämpningskraften motriktad den mekaniska strukturens hastighet ger strukturen en deformation motriktad strukturens rörelsehastighet.

Härigenom erhålls en dämpning av den regenerativa rörelsen utan att riskera att svängningarna hamnar i obalans och därmed matar in mer energi i svängningsrörelsen, utan större krav på noggrannhet, vad beträffar fasförskjutningen hos den pålagda dämpningskraften, dvs dämpningskraften ska konstant hålla emot hastigheten och för ernående av maximal dämpeffekt anläggs en maximal dämpkraft hela tiden. Det är dock av mindre vikt med maximal kraft vid svängningsrörelsens ändpunkter, eftersom hastigheten där är låg. Det är således viktigt att dämpeffekten är högre än tillskottet från skärprocessen så att den regenerativa svängningen dämpas ut och ett lugnt skärförlopp erhålles medelst den mekaniska strukturen, t.ex. ett svarvskaf eller en svarvbom.

Företrädesvis är styrorganet inrättat att pålägga dämpningskraften fasförskjuten  $60^{\circ}$ - $120^{\circ}$  alternativt  $240^{\circ}$ - $300^{\circ}$  relativt svängningsrörelsen. Lämpligtvis är styrorganet inrättat att pålägga dämpningskraften fasförskjuten  $70^{\circ}$ - $110^{\circ}$  alternativt  $250^{\circ}$ - $290^{\circ}$  relativt svängningsrörelsen. Företrädesvis är styrorganet inrättat att pålägga dämpningskraften fasförskjuten  $80^{\circ}$ - $100^{\circ}$  alternativt  $260^{\circ}$ - $280^{\circ}$  relativt svängningsrörelsen. Härigenom erhålls en snabbare utsläckning av svängningsrörelsen. Bäst resultat uppnås då styrorganet är inrättat att pålägga dämpningskraften fasförskjuten  $90^{\circ}$  alternativt  $270^{\circ}$  relativt svängningsrörelsen.

Företrädesvis är styrorganet inrättat att påverka nämnda vibrationsdämpande organ så att den avger en kraft, som är motriktad nämnda svängningsrörelsens hastighet. En medriktad kraft skall ges då den pålägges fasförskjuten mellan  $60^{\circ}$  och  $120^{\circ}$  relativt

svängningsrörelsen, medan en motriktad kraft skall påläggas fasförskjuten mellan 240° och 300° relativt svängningsrörelsen.

5 Företrädesvis är styrorganet inrättat att ge en dämpningskraft i området 50 – 1 500 Hz.

10 Lämpligtvis innefattas i det vibrationsdämpande organet åtminstone ett piezoelektriskt element. Alternativt kan det vibrationsdämpande organet vara en hydraulisk eller pneumatisk cylinder eller ett elektromagnetiskt organ.

Företrädesvis innefattar nämnda mekanisk struktur ett verktyg för spånavskiljande bearbetning.

#### 15 FIGURSAMMANDRAG

I det följande kommer uppfinningen att beskrivas närmare med referens till bifogade ritningar, i vilka

20 Figur 1 är en schematisk sidovy av en långsmal kropp i form av ett verktygsskaft under böjdeformation vid svängning (1:a resonansfrekvens),

Figur 2 är en graf visande böjmomentet i kroppen,

25 Figur 3 en sidovy av ett skuret ändparti av kroppen i anslutning till en infästningsände i och för illustration av den mot töjning proportionella spänningen i kroppen under böjdeformation,

Figur 4 är en genomsynlig perspektivvy av ett verktygsskaft,



Figur 5 är en perspektivvy av en med cirkulärt tvärsnitt utformad bomförlängare för fräsverktyg,

5 Figur 6-8 är perspektivvyer av verktygsskaft med kvadratiska tvärsnitt och i olika alternativa utföranden,

Figur 9 är en perspektivvy av ett i en bärare monterat verktyg för aktiv vibrationsdämpning,

10 Figur 10 är en analog perspektivvy av ett alternativt utförande för passiv vibrationsdämpning,

Figur 11 visar schematiskt utsläckning av en svängningsrörelse medelst en motkraft i fas med svängningen,

15

Figur 12 – 13 visar schematiskt utsläckning av en svängningsrörelse i enlighet med uppfinningen.

## DETALJERAD BESKRIVNING

20 I figur 1 illustreras en långsmal kropp i form av en bom eller ett skaft 1 till ett verktyg, som är avsett att fasthålla ett eller flera skär vid svarvning eller fräsning. Kroppen 1 har en infästningsände 2 och en fri, yttre ände 3. Kroppen uppvisar en utvändig yta 4, som kan utgöras av en mantelyta därest kroppen är cylindrisk. Den kan även inbegripa flera plana ytor därest kroppen har polygonal, t.ex. kvadratisk tvärsnittsform. Kroppen 1 kan uppvisa godtycklig tvärsnittsform, dock vanligast cirkulär eller kvadratisk. I fig 1 betecknar 5 en del i vilken kroppen 1 är infäst, varvid kroppen sträcker sig konsolartat från infästningsdelen. I fig 1 visas kroppen 1 i ett tillstånd då den deformerats i en första böjegenmod.

25

Vidare visas i figur 2 en graf som illustrerar huru som böjmomentet  $M_b$  i detta fall varierar längs kroppen. Såsom framgår av grafen uppstår ett största böjmoment, och sålunda en största töjning, vid eller nära infästningsänden 2. Detsamma gäller för alla lägre moder, vilka normalt är energimässigt dominerande vid böjsvängningar hos verktyg för spånavskiljande bearbetning.

I figur 3 visas ett parti av den i fig 1 genom böjning deformerade kroppen 1 i området av infästningsänden. Härvid illustreras huru som töjningen vid böjdeformation varierar i kroppens tvärriktning (töjningen är starkt överdriven av illustrativa skäl). Såsom framgår av figuren erhålls de största töjningarna vid kroppens mantelyta eller ytteryta 4.

I figur 4 visas schematiskt en grundläggande utformning av en bom eller ett skaft 1, vid vilket tvenne plattformade, rektangulära piezoelement 8 är anförda på motstående, längsgående plana ytor 4 hos det med kvadratisk tvärsnitt utformade skaftet. Piezoelementen 8 är placerade i området nära skaftets infästningsände 2. Vid sin yttre ände 3 uppvisar skaftet ett bearbetningselement i form av ett skär 9. Piezoelementen 8 är sålunda positionerade i ett område där den största töjningen inträffar vid böjdeformation. Euru denna placering förordas, är även andra placeringar tänkbara. Vidare är piezoelementen 8 orienterade med sina storytor huvudsakligen parallella med bomens eller skaftets 1 plana ytor 4 och med storaxlarna huvudsakligen parallella med skaftets eller bomens 1 längdutsträckning, varvid piezoelementen 8 vid böjsvängning kommer att deformeras under bibehållande av rektangulär form.

I figur 5 visas ett utförande vid vilket kroppen 1 utgörs av en för fräsverktyg avsedd bomförlängare med ett cirkulärt tvärsnitt. I detta fall är ett skärande bearbetningselement 9 i form av en egg utformat i anslutning till en spånficka 10 vid bomförlängarens fria ände 3. Ett piezoelement 8 är fäst på bomförlängarens mantelyta 4 i ett område nära infästningsänden 2. Piezoelementets storaxel är parallell med bom-

förlängarens längdutsträckning. Med denna orientering verkar följaktligen även här piezoelementet 9 effektivast för dämpning av böjsvängning.

5 För samtidig dämpning av böj- och torsionssvängningar är verktygsskaftet med fördel utformat med flera piezoelement av vilka vissa är orienterade med sina långsidor huvudsakligen parallellt med skaftets längdutsträckning, medan andra är orienterade i ca 45° vinkel. Alternativt uppvisar ett eller flera piezoelement andra, mellan dessa orienteringar liggande orienteringar.

10 Piezoelement är vanligtvis sköra, särskilt sådana av keramisk typ. I krävande miljöer bör de därför ha någon form av skydd för att uppnå nöjaktig livslängd.

15 I figur 6-8 visas verktygsskaft med kvadratiska tvärsnitt, varvid piezoelement 8 är fästa och skyddade på alternativa sätt. I samtliga fall är piezoelementen placerade i område nära infästningsdelen 5 (denna kan utgöras av en konventionell spännehet i vilken verktyget är löstagbart monterat).

I Figur 6 är piezoelementet 8 monterat i en försänkning 11 och med fördel täckt av ett skyddsskikt, exempelvis av epoxytyp.

20 I Figur 7 tänkes piezoelementet vara monterat i försänkningen 11 och täckt av ett styvt lock 12.

25 I Figur 8 är piezoelementet 8 monterat, t.ex. fastlimmat, utanpå skaftet. Dessa alternativ skall endast ses som exempel av vilka de i fig 6 och 7 visade föredras. Det skall förstås att samma typ av skydd för piezoelementen är oberoende av verktygsskaftets tvärsnittsform.

30 Piezoelementen samverkar med medel för elektrisk kontroll eller styrning av dessamma. I figur 9 och 10 visas exempel på hur verktyget 1 utformats med dylika

kontrollmedel. I dessa fall är verktyget monterat i en bärare 13. I figur 10 visas ett kontrollmedel för dämpning i form av en i närheten av infästningsänden 2 utformad kontrollmodul 14 och en elektrisk anslutning 15, via vilken ett eller flera piezo-element 8 är kopplade till kontrollmodulen 14 för separat eller gemensam kontroll av respektive piezoelement. Denna modul 14 innefattar åtminstone elektriskt resistiva komponenter. Företrädesvis innefattar kontrollmodulen 14 även en eller flera shuntar, varvid utvalda frekvenser kan dämpas särskilt effektivt.

Figur 9 illustrerar ett kontrollmedel för aktiv dämpning i form av en fristående logisk styrkrets 16, t ex en programmerbar mikroprocessor, för separat eller gemensam styrning av (via den schematiskt visade elektriska anslutningen 15) över piezoelementen 8 pålagda spänningar. I praktiken kan anslutningen 15 i detta fall innefatta släpskor eller liknande.

Även om piezoelementen 8 i det i figur 10 exemplifierade utförandet för aktiv dämpning samtidigt verkar som både manöverdon och sensorer, är det tänkbart att realisera dessa båda funktioner genom separata manöverdon och sensorer, varvid sensorerna ej behöver utgöras av piezoelement. Ehuru exemplifierade placeringen av kontrollmodulen 14 respektive den logiska styrkretsen 16 föredras, är även andra placeringar tänkbara. Exempelvis är det tänkbart att i likhet med den logiska styrkretsen 16 utforma kontrollmodulen 14 fristående från verktyget. Fördelen med att placera kontrollmodulen 14 i närheten av infästningsänden är att modulen blir enkel att ansluta till piezoelementen, medan densamma vid fristående placering blir lättare att skydda mot skadlig mekanisk påverkan.

Genom användande av piezoelement som vibrationsdämpare skapas ett robust verktyg för spånavskiljande bearbetning med möjlighet till aktiv dämpning av böjsvängningar över ett brett frekvensområde. Dessutom skapas ett verktyg som dels uppvisar längre livslängd för såväl verktyget i sig som dess skär- eller bearbetnings-element, dels åstadkommer ökad kvalitet hos ytan på det bearbetade arbetsstycket.

Härjämte ernås förbättrad arbetsmiljö genom reduktion av högfrekvent buller jämfört med tidigare kända verktyg.

5      Figur 11 visar schematiskt hur utsläckning av en icke önskad svängningsrörelse i en mekanisk struktur går till generellt. En kraft 20 motriktad och i fas med svängningsrörelsen 22 släcker snabbt ut denna. Detta kräver dock mycket stor noggrannhet vad beträffar fasriktighet. Om fasfel uppstår kommer den motriktade kraften delvis att bli medriktad rörelsen, vilket kan leda till att svängningsrörelsen ej släcks ut i önskad grad.

10

Figur 12 visar schematiskt utsläckning av en mekanisk strukturs svängningsrörelse i enlighet med uppfinningen.

15      Sensorn avkänner svängningsrörelsen. Signalen överförs till styrorganet, som bearbetar signalen och bestämmer svängningsrörelsens fasläge genom att definiera positiv resp negativ nollgenomgång. Styrorganet beräknar även svängningens amplitud och frekvens.

20      Styrorganet skickar därefter ut en styrsignal till vibrationsdämparen (aktuatorn), som genererar en kraft motriktad den mekaniska strukturens hastighet. Fasläget är förskjutet en kvarts, alternativt tre kvarts våglängd relativt svängningsrörelsen.

25      I figur 13 visas hur en minskande motkraft läggs på vid minskande svängningsamplitud för undvikande av ny generation av vibrationer, och är därmed lättare att reglera.

## KRAV

1. Förfarande för att medelst ett styrorgan styra en dämpningskraft hos ett vibrationsdämpande organ avsett att anordnas vid en metallisk mekanisk struktur och att  
5 dämpa återkopplade vibrationer i denna, inkluderande
  - avkänna den mekaniska strukturens svängningsrörelse medelst sensororgan associerat med nämnda styrorgan,
  - identifiera svängningsrörelsens fas medelst styrorganet
  - medelst styrorganet påverka nämnda vibrationsdämpande organ, så att den avger  
10 en mekanisk dämpningskraft med väsentligen samma frekvens som den mekaniska strukturens svängningsrörelse, **kännetecknat av** att styrorganet är inrättat att generera en dämpningskraft motriktad den mekaniska strukturens hastighet.
2. Förfarande enligt kravet 1, varvid styrorganet är inrättat att pålägga dämpnings-  
15 kraften fasförskjuten 60°-120° alternativt 240°- 300° relativt svängningsrörelsen.
3. Förfarande enligt kravet 1, varvid styrorganet är inrättat att pålägga dämpnings-  
kraften fasförskjuten 70°- 110° alternativt 250°- 290° relativt svängningsrörelsen.
- 20 4. Förfarande enligt kravet 1, varvid styrorganet är inrättat att pålägga dämpnings-  
kraften fasförskjuten 80°-100° alternativt 260° - 280° relativt svängningsrörelsen.
5. Förfarande enligt kravet 1, varvid styrorganet är inrättat att pålägga dämpnings-  
kraften fasförskjuten 90° alternativt 270° relativt svängningsrörelsen.  
25
6. Förfarande enligt något av kraven 1 – 5, varvid styrorganet är inrättat att påverka  
nämnda vibrationsdämpande organ så att den avger en kraft, som är motriktad  
nämnda svängningsrörelsens hastighet.

7. Förfarande enligt något av föregående krav, varvid styrorganet är inrättat att ge en dämpningskraft i området 50 – 1 500 Hz
- 5 8. Förfarande enligt något av föregående krav, inkluderande att i det vibrationsdämpande organet innefattas åtminstone ett piezoelektriskt element.
9. Förfarande enligt något av kraven 1-7, inkluderande att i det vibrationsdämpande organet innefattas åtminstone en hydraulisk eller pneumatisk cylinder.
- 10 10. Förfarande enligt något av kraven 1-7, inkluderande att i det vibrationsdämpande organet innefattas åtminstone ett elektromagnetsikt organ.
- 15 11. Vibrationsdämpare innefattande ett vibrationsdämpande organ avsett att anordnas vid en metallisk mekanisk struktur, ett styrorgan associerat med nämnda vibrationsdämpande organ för att styra en dämpningskraft hos nämnda vibrationsdämpande organ, och ett med styrorganet associerat sensororgan anordnat att avkänna den mekaniska strukturens svängning, varvid styrorganet är inrättat att identifiera svängningens amplitud, frekvens och fasläge och att påverka nämnda vibrationsdämpande organ, så att den avger en mekanisk dämpningssvängning med väsentligen samma frekvens som den mekaniska strukturens svängning **kännetecknat av**
- 20 att styrorganet är inrättat att generera en dämpningskraft motriktad den mekaniska strukturens hastighet.
- 25 12. Vibrationsdämpare enligt kravet 11, varvid styrorganet är inrättat att pålägga dämpningskraften fasförskjuten 60°-120° alternativt 240°- 300° relativt svängningsrörelsen.
- 30 13. Vibrationsdämpare enligt kravet 11, varvid styrorganet är inrättat att pålägga dämpningskraften fasförskjuten 70°-110° alternativt 250°- 290° relativt svängningsrörelsen.

14. Vibrationsdämpare enligt kravet 11, varvid styrorganet är inrättat att pålägga dämpningskraften fasförskjuten  $80^{\circ}$ - $100^{\circ}$  alternativt  $260^{\circ}$  -  $280^{\circ}$  relativt svängningsrörelsen.

5

15. Vibrationsdämpare enligt kravet 11, varvid styrorganet är inrättat att pålägga dämpningskraften fasförskjuten  $90^{\circ}$  alternativt  $270^{\circ}$  relativt svängningsrörelsen.

10

16. Vibrationsdämpare enligt något av kraven 11 – 15, varvid styrorganet är inrättat att påverka nämnda vibrationsdämpande organ så att den avger en kraft, som är motriktad nämnda svängningsrörelses hastighet.

15

17. Vibrationsdämpare enligt något av kraven 11 - 16, varvid styrorganet är inrättat att ge en dämpningskraft i området 50 – 1 500 Hz

18. Vibrationsdämpare enligt något av kraven 11 - 17, varvid det vibrationsdämpande organet innefattar åtminstone ett piezoelektriskt element.

20

19. Vibrationsdämpare enligt något av kraven 11-17, varvid det vibrationsdämpande organet innefattar åtminstone en hydraulisk eller pneumatisk cylinder.

20. Vibrationsdämpare enligt något av kraven 11-17, varvid det vibrationsdämpande organet innefattar åtminstone ett elektromagnetsikt organ.

25

21. Mekanisk struktur av metall innefattande en vibrationsdämpare enligt något av kraven 11 – 20.

22. Mekanisk struktur enligt krav 21, innefattande ett verktyg för spånavskiljande bearbetning.

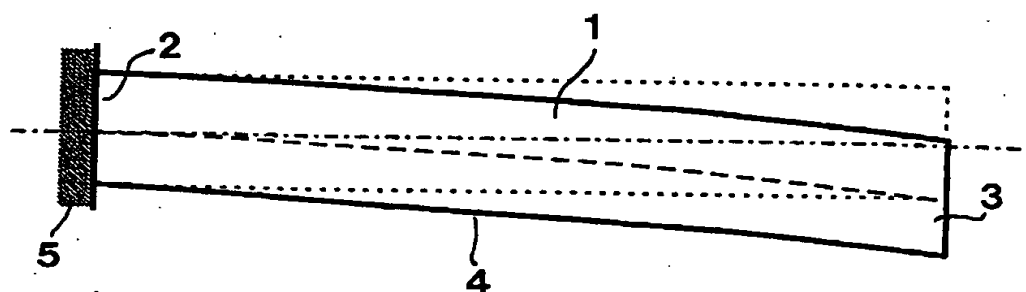


## SAMMANDRAG

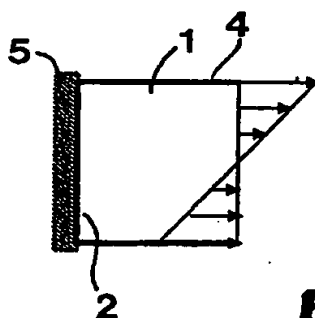
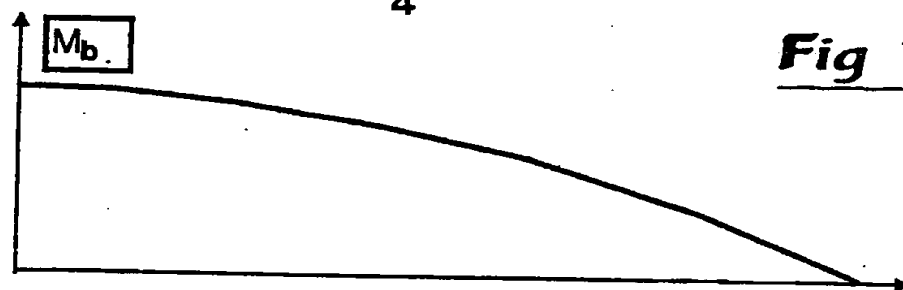
5 Ett förfarande för att medelst ett styrorgan styra en dämpningskraft hos ett vibrationsdämpande organ avsett att anordnas vid en metallisk mekanisk struktur och att  
10 dämpa återkopplade vibrationer i denna, inkluderar att avkänna den mekaniska strukturens svängningsrörelse medelst sensororgan associerat med nämnda styrorgan, identifiera svängningsrörelsens fas medelst styrorganet medelst styrorganet påverka nämnda vibrationsdämpande organ, så att den avger en mekanisk dämpningskraft med väsentligen samma frekvens som den mekaniska strukturens svängningsrörelse. I enlighet med uppfinningen är styrorganet inrättat att generera en dämpningskraft motriktad den mekaniska strukturens hastighet.

(Figur 13)

PRV00-12-08

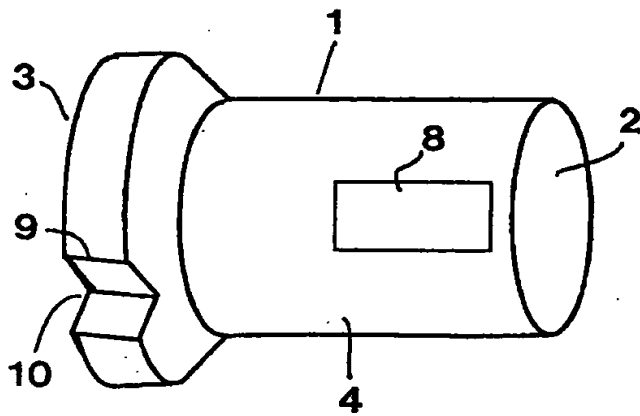
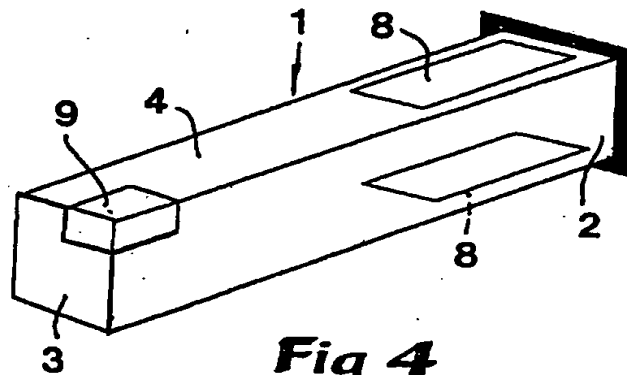


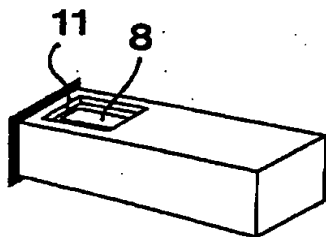
**Fig 1**



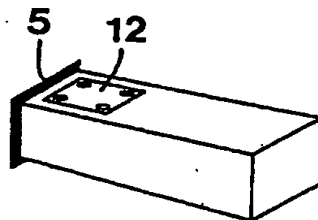
**Fig 2**

**Fig 3**

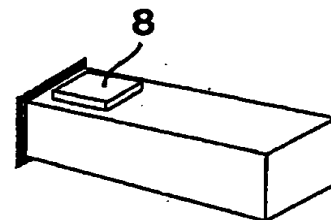




**Fig 6**



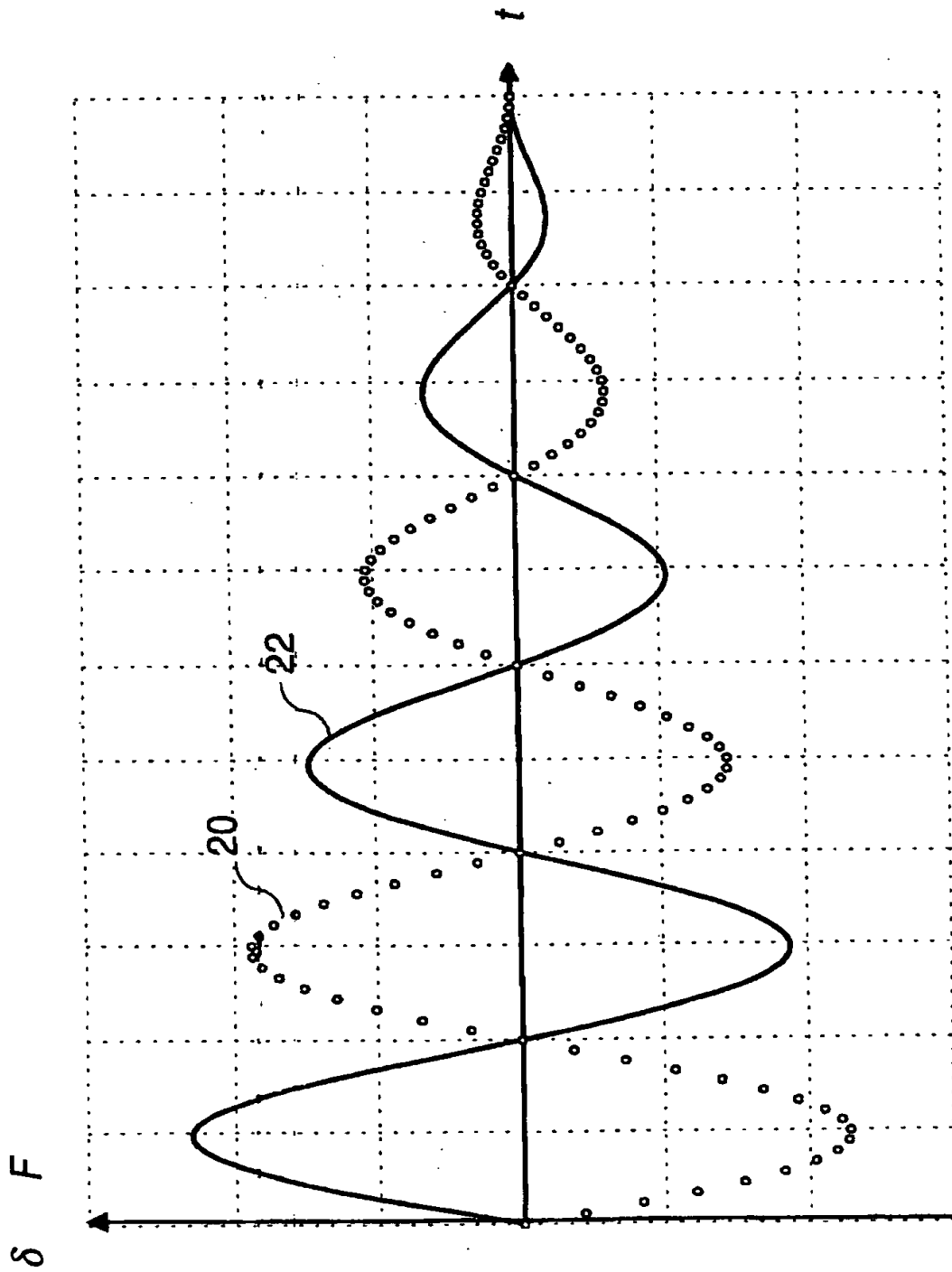
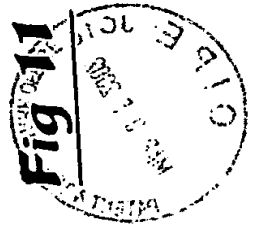
**Fig 7**



**Fig 8**

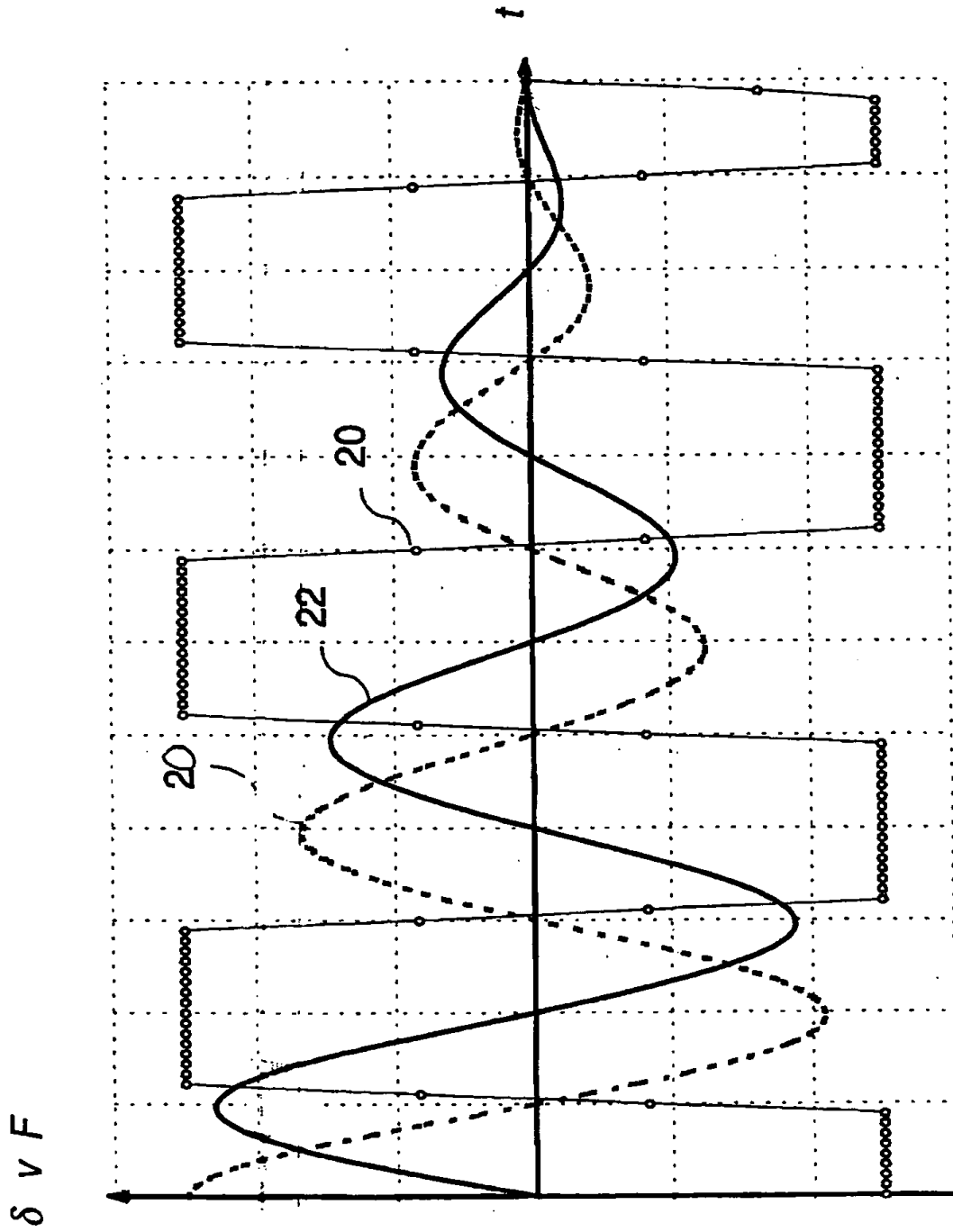
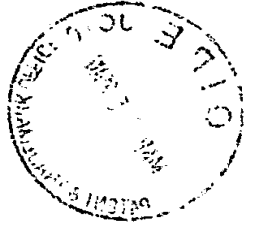
11045400

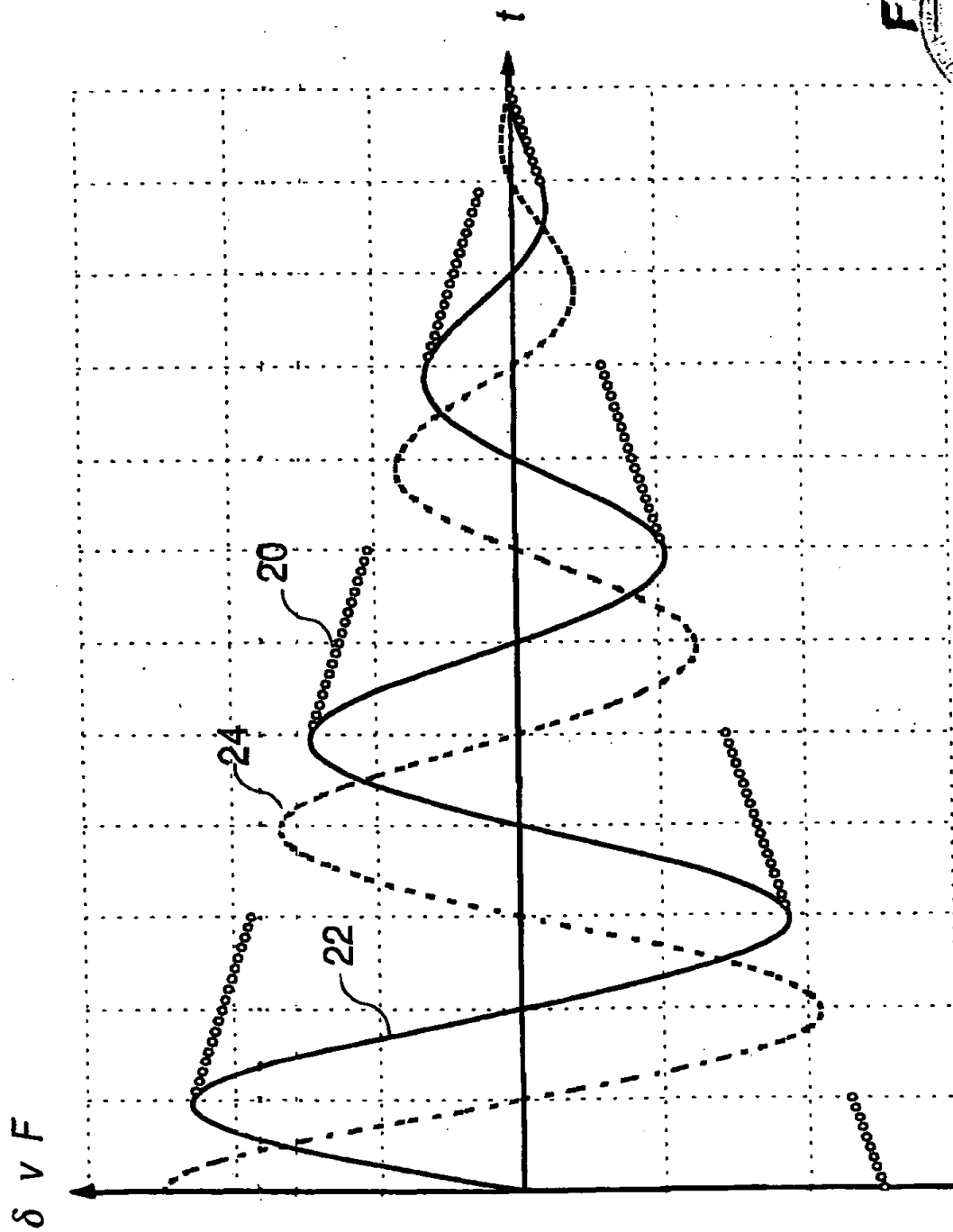




0004560-1

**Fig 12**





**Fig 13**

